



TAMPEREEN  
AMMATTIKORKEAKOULU

# **Lännen Tractors Oy:n testausproseduurin kehittäminen**

Joonas Heikkilä

Opinnäytetyö  
Kesäkuu 2016  
Kone- ja tuotantotekniikka  
Kone- ja laiteautomaatio



## TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu  
Kone- ja tuotantotekniikka  
Kone- ja laiteautomaatio

HEIKKILÄ, JOONAS:

Lännen Tractors Oy:n testausproseduurin kehittäminen

Opinnäytetyö 41 sivua, joista liitteitä 7 sivua  
Kesäkuu 2016

---

Tämä opinnäytetyö tehtiin Lännen Tractors Oy:n Loimaan tehtaalle. Opinnäytetyön tarkoituksena oli kehittää Lännen traktorikaivurin testausproseduuria. Tärkeänä toimena oli selkeyttää lopputarkastuksen kulkua. Aiemmin tarkastuksessa ei ollut selkeää dokumentointia tarkastuksen eri vaiheista ja jotkut kohdat saattoivat jäädä tarkistamatta. Tarkastuksen jäädessä kesken ei toisella tarkastajalla ollut välttämättä tietoa siitä, mihin kohtaan oli jääty, ja usein tarkastus aloitettiin kokonaan alusta. Tarkastuksen kehittämisen lisäksi pohdittiin myös läpimenoajan pienentämismahdollisuutta.

Opinnäytetyön teoriaosuudessa käsiteltiin tarkastuksen tärkeyttä laadun ja lean-ajattelun kautta. Työtä lähdettiin toteuttamaan käytännönläheisesti. Alussa perehdyttiin yleisesti Lännen monitoimikoneen rakenteeseen kokoonpanolinjan eri työvaiheissa. Sen jälkeen siirryttiin varsinaiseen lopputarkastukseen. Testausproseduuri käytiin muutaman kerran läpi, jolloin tarkastuksesta pystyi hahmottamaan sen etenemisen opinnäytetyön aloitusvaiheessa. Tarkastusten jälkeen alettiin pohtia uutta, päivitettyä dokumentointia. Muutamissa palaverissa keskusteltiin aktiivisesti, minkälainen pöytäkirjasta halutaan, jotta se palvelisi tarkastusta ja varmistaisi asiakaslaatua mahdollisimman tehokkaasti.

Vanhaan pöytäkirjaan kirjattiin lähinnä paineiden tarkastukset, havaitut viat ja merkinnot, joten se vaati päivitystä. Uuteen pöytäkirjaan on selkeästi listattu eri työvaiheet. Dokumenttiin lisättiin myös oma sivu sähkö tarkastusta varten. Haasteelliseksi uudistetun asiakirjan muokkaamisen teki se, että Lännen kaivureita saa useilla erilaisilla varustetasoilla. Näin ollen pöytäkirjaa luotaessa oli mietittävä mitä kaikkea tarkastettavaa pöytäkirjaan tulee sisällyttää.

Työn tuloksena saatiin uudistettu dokumentaatio Lännen perusmallien koneisiin. Lopuksi pohdittiin testauksen tulevaisuutta muutamasta näkökulmasta kuten simuloinnin ja anturoinnin osalta. Teollisuudessa pyritään koko ajan pienentämään läpimenoaikaa kenttäläatua riskeeraamatta. Tästä syystä myös lopputarkastusta tullaan todennäköisesti jatkuvasti kehittämään.

## **ABSTRACT**

Tampereen ammattikorkeakoulu  
Tampere University of Applied Sciences  
Mechanical and Production Engineering  
Machine Automation

**HEIKKILÄ, JOONAS:**

Development of Testing Procedure for Lännen Tractors

Bachelor's thesis 41 pages, appendices 7 pages

June 2016

---

This thesis was commissioned by the Loimaa factory of Lännen Tractors Oy. The main idea of this thesis was to develop a testing procedure of Lännen tractor excavator. More closely the goal of this study was to clarify the final inspection of Lännen tractor. Earlier there has not been a clear document with different chapters for the inspection and some tests were likely to have been forgotten. If the inspection was aborted, another inspector had no idea where to continue the inspection. Because of this the inspection usually started from the beginning. Additionally, it was also the possibilities to reduce lead time were also considered.

The theoretical part of this thesis includes importance of inspection with quality and Lean management. This thesis has a strong practical manner of an approach. First generally overview of Lännen machine was discussed, including in assembly line and parts to be installed. Second, the study moved on to actual work, which is the final inspection. Lännen excavator inspection was done a couple of times in order to get in depth knowledge of testing procedure. This brought new ideas for updating the document of the testing process. There were a couple of meetings where the kind of document need in order to meet inspection and quality requirements by clients.

The earlier used testing sheet needed updating, because it was mainly consist of pressure checking and error list. New document consists of different work processes that were clearly defined. There was also an additional chapter for electrical inspection. Lännen excavators have a plenty of applications so it was quite challenging to update the testing sheet.

The result of this thesis was a revised document of final inspection in Lännen excavators. In final chapter there were thoughts about future testing procedure which could be for example simulation and use of sensors. Mechanical industry need to be develop all the time so there will be still the need to decrease lead time in a way not to jeopardize quality.

---

Key words: testing sheet, inspection, checking, quality

## SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	5
2	LÄNNEN TRACTORS OY .....	6
2.1	Toimiala ja tuotteet .....	6
2.2	Historia.....	8
3	LAATU JA LAADUNHALLINTA .....	9
3.1	Laatu käsitteenä .....	9
3.1.1	ISO 9000 .....	10
3.1.2	Laadunhallinta.....	10
3.1.3	Laatu Lännen Tractors Oy:ssä .....	11
3.2	Lean tuotanto .....	11
3.2.1	Yleisesti.....	12
3.3	Testauksen ohjeistus .....	13
4	TESTAUKSEN KEHITTÄMINEN.....	16
4.1	Testausprosessin merkitys .....	16
4.2	Aloitukset ja Lännen monitoimikoneen rakenne .....	16
4.3	Tutkimusmenetelmät .....	18
4.4	Testauksen nykytilan selvittäminen.....	19
4.4.1	Koekaivuun virheseuranta.....	21
4.4.2	Tarkastuspöytäkirja .....	23
4.5	Uuden ohjeistuksen luominen.....	24
4.5.1	Lisättävät testaus- ja säätökohteet.....	25
4.6	Testaus tulevaisuudessa .....	26
4.6.1	Simulointi.....	26
4.6.2	Anturointi .....	26
4.6.3	Sähköinen muoto.....	27
4.6.4	Tarkastaminen kokoonpanovaiheessa.....	28
4.6.5	Ylimaalauksen poistaminen .....	29
5	POHDINTA.....	30
	LÄHTEET.....	32
	LIITTEET .....	34

## 1 JOHDANTO

Tuotteen lopputarkastus on yksi tärkeimmistä vaiheista koko tuotantoprosessin vaiheista. Lopputarkastuksessa kone tutkitaan perusteellisesti läpi. Tällöin havainnoidaan erilaiset viat ja puutteet, sekä korjataan ne. Samalla voidaan tehdä mittauksia, jolloin säädetään komponentteja niiden oikeisiin asetuksiin. Koneen pitää olla kunnossa, kun se toimitetaan loppukäyttäjälle. Ensimmäisten käyttökokemusten perusteella asiakas saa kokonaiskuvan siitä, vastataanko laadullisesti tuotteen ennakko-odotuksiin. Kunnollisella tarkastuksella turvataan tuotteen laatu ja ylläpidetään yrityksen hyvää imagoa, jolla päästään markkinoille ja sen pohjalta kasvattamaan myyntiä.

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on perehtyä Lännen monitoimikoneen lopputestauksen kehittämiseen. Lännen Tractors Oy on Varsinais-Suomen Loimaalla sijaitseva konepaja, joka valmistaa maanrakennuskoneita. Tällä hetkellä testaajilla ei ole selkeää testauksen dokumentointia ja jotkin asiat saattavat jäädä tarkastamatta. Tarve tälle lopputyölle syntyi, koska haluttiin luoda selkeä kokonaisuus lopputestaukseen ja päivittää vanhaa testausprosessia erityisesti testauspöytäkirjan osalta eli kuvailla tarkastuksen työvaiheet. Tarkastuksen jäädessä kesken esimerkiksi henkilön poissaolon takia, niin toinen tarkastaja voisi jatkaa ilman, että testaus pitää aloittaa kokonaan alusta. Keskeisenä ajatuksena on tarkastustoimenpiteen tehostaminen, joka vaikuttaa suoraan myös läpimenoajan pienentämiseen.

Opinnäytetyön kappaleessa 2 esitellään Lännen Tractors yrityksenä, kappaleessa 3 laatua ja laadunhallintaa, kappaleessa 4 varsinaista testauksen kehittämistä ja viimeisessä kappaleessa yhteenvetoa. Tärkeänä pidettiin heti alusta alkaen, että pyritään olemaan käytännönläheisesti mukana työpaikalla ja näin ollen perehtymään testaukseen ja sen kehittämiseen, koska varsinaista ohjeistusta ei ollut aiemmin teetetty. Taustatietojen perusteella, kehitettiin vanhaa tarkastuspöytäkirjaa uuteen päivitettyyn versioon ja se otettiin käytäntöön.

## 2 LÄNNEN TRACTORS OY

Lännen MCE (Lännen Mobile Construction Equipment) on kansainvälinen yritys, joka tuottaa maa-, vesi- ja ympäristörakentamiseen tarkoitettuja koneita. Viime vuosien aikana yritys on kasvanut neljän yhtiön konserniksi, johon kuuluvat suomalaiset Lännen Tractors Oy ja Aquamec Oy sekä ruotsalaiset Lännen Tractors AB ja Lundberg Hymas AB. Konserni toteuttaa työkoneiden ja laitteiden suunnittelua, markkinointia, valmistusta, varustelua ja jälkimarkkinointipalveluita. Tarkoituksena on kehittää työkoneita, jotka ovat ainutlaatuisia tuottavuudeltaan, liikkuvuudeltaan ja ympäristöystävällisyydeltään. (Lännen MCE Group.)

Päättynyt vuosi (2015) oli Lännen-ryhmälle ennätyksellinen, sillä sen liikevaihto ylsi melkein 50 miljoonaan euroon, kasvua edellisvuoteen on melkein 10 miljoonaa euroa. Tavoitteena on toiminnan jatkuva kehittäminen. Vuodesta 2016 odotetaan hyvää jatkoa kehitykselle, että yhä suurempi joukko alan tekijöistä huomaasi monitoimikoneen merkityksen. Tällä hetkellä viennin osuus on noin kolme neljäsosaa liikevaihdosta. Työntekijöitä koko konsernissa on 160 henkilöä. (Lännen NYT! 1/2016, 2.)

### 2.1 Toimiala ja tuotteet

Lännen Tractors Oy:n tehdas sijaitsee Loimaalla, Varsinais-Suomessa. Kahden hehtaarin toimitilat on jaoteltu runkotehtaan, kokoonpanotehtaan, varaosaosaston ja vaihtokonekeskuksen kesken. Yritys valmistaa pyöräkuormakaivureita (Kuva 1) omalla Lännen tuotenimellä sekä Watermaster vesistönhoidon koneita (Kuva 2). Tehtaalla teetetään myös Ruotsissa olevalle sisaryhtiö Lundberg Hymas AB:lle Lundbergpyöräkuormaajien rungot, jotka sitten kootaan Ruotsissa. Lisäksi Lännen markkinoi ja tuo maahan Ljungby-pyöräkuormaajia. (Lännen MCE Group.)

Lännen tuotenimellä on olemassa kaksi mallisarjaa 8600 ja 8800. Mallien välillä keskeinen ero on kokoero. Pienempi malli painaa (ilman kauhoja) noin 11,5 tonnia ja suurempi malli tonnin enemmän eli 12,5 tonnia. Myös moottori on 8800 sarjassa isompi sen ollessa 124 kW ja pienemmässä 107 kW. Tuotteita on mahdollista kustomoida asiakaskohtaiseksi. 8600 mallisarja jakautuu työhydrauliikan esiohjaustavan perusteella,

hydraulisesti ohjattuun 8600i ja sähköisesti ohjattuun 8600ie ja 8600ie Premium malleihin. 8800 sarjassa on ainoastaan 8800i malli eli sähköisesti esiohjattu. Lännen tuoteperheeseen kuuluu myös Lännen Multimate, joka on varustettu kaivurin lisäksi perävaunulla. (Lännen 8600i mallin esittely.)



KUVA 1. Lännen 8600i malliston traktorikaivuri. (lannencenter.com)



KUVA 2. Watermaster vesistönhoitokone. (Watermaster.fi)

## 2.2 Historia

Lännen Tractors nimi juontaa juurensa vuoteen 2004. Loimaalainen kaivinkonevalmistus sai alkunsa vuonna 1952, jolloin kyläseppä Teuvo Syvänen perusti pajan. Loimaan kunnassa Pihtolan kylässä toiminut kyläseppä aloitti työnsä pienestä verstaasta, joka kasvoi voimakkaasti jo ensimmäisen vuoden aikana. Vuonna 1960 Teuvo Syvänen osti Loimaalta vanhan vaneritehtaan. Tässä vaiheessa kyläsepan paja muuttui konepajaksi. Ensimmäisten tuotteiden, traktorien etukuormaajien, lumilinkojen sekä oja-aurojen valmistus alkoi sarjavalmistuksena. Vuonna 1963 kunnalistekniikkaan panostettu tuotekehittely toi tuotevalikoimaan ensimmäisenä Suomessa traktoriin asennetun kaivuri-kuormainyhdistelmän. (Tuomas Möttönen, 2012; Lännen NYT! 1/2013, 4.)

Vuoteen 1972 mennessä Syväsen yrityksen toiminta oli laajentunut sen verran, että vanhat tilat tulivat ahtaaksi. Seuraavana syyskuussa T.Syväsen konepaja Ky:lle valmistui uusi hehtaarin kokoinen toimitila Loimijoen varrelle. Lopullisen ja myös tämänhetkisen laajuutensa tilat saavuttivat vuonna 1980, jolloin tehtaan koko oli kasvanut pinta-alaltaan kahden hehtaarin kokoiseksi. Konepaja oli 80-luvun alussa Loimaan kunnan suurin työllistäjä, henkilökunnan määrän ollessa noin 300 henkeä. (Tuomas Möttönen, 2012.)

Vuonna 1985 T. Syväsen Ky:n konepaja siirtyi Lännen Tehdas Oyj:n omistukseen. Lännen Tehtaat on lähtöisin Säkylästä ja se valmisti omalla nimellään kaivinkoneita jo vuodesta 1959 lähtien. Syväsen konepaja oli tullut tunnetuksi koko maassa James-kaivureistaan, jonka valmistusoikeudet menivät yrityskaupan myötä Lännen Tehtaille. James- ja Lännen- kaivureiden valmistusta jatkettiin vuoteen 1988, jolloin toiminta eriytyi omaksi yhtiöksi, Lännen Engineering Oy. Yritys siirtyi kokonaan Loimaalle vuonna 1992. (Tuomas Möttönen, 2012.)

Nykyinen samalla Loimaan tehtaalla toimiva Lännen Tractors Oy syntyi vuonna 2004, jolloin suomalainen AVS-ryhmä, yhdessä nykyisen toimitusjohtajan Timo Huttusen kanssa ostivat Lännen Tehtaat Oyj:n tytäryhtiöltä Lännen- traktorikaivureiden liiketoiminnan, johon kuului myös Vesimestari-vesirakennuskoneiden valmistus. Vuonna 2009 Lännen Tractors Oy liittyi osaksi Lännen MCE-ryhmää, kun AVS-ryhmä myi osuutensa. Heinäkuussa 2014 Lännen MCE osti Watermaster-tuotemerkillä vaikuttaneen Aquamec Oy:n. (Lännen Tractors Oy, Konepörssi).



### 3 LAATU JA LAADUNHALLINTA

#### 3.1 Laatu käsitteenä

Laatu käsitteelle ei ole yksiselitteistä määritelmää ja sen voikin ajatella monella eri tavalla. Erilaiset päätelmät osoittavat laadun monet näkökulmat. Vaikka laatua on vaativa määritellä, käsite on joka tapauksessa selkeä. Yleisesti laatu ajatellaan olevan asiakkaan tarpeiden täyttämistä yrityksen näkökulmasta mahdollisimman tehokkaalla ja kannattavalla tavalla. Tällöin saavutetaan muun muassa uusia asiakassuhteita ja vankistetaan aiempia. Organisaation sisällä on oltava yhtenäinen käsitys laadusta ja laadukkaasta toiminnasta sekä tuotteesta. Laatu voidaan jakaa kahteen alakohtaan: tuotteen tai palvelun laatuun ja toiminnan laatuun. Yleisesti korkea laatu on yritykselle vankka kilpailutekijä. (Lecklin 2006, 18; SFS Online 9000, 6.)

Ray Tricker on pohtinut kirjassaan (ISO 9001:2000 in Brief) laadun käsitettä esimerkin kautta. Valitaan autokaupasta 50,000€ Mercedes-Benz ja 20,000€ Ford autot. Ei voida välttämättä ajatella, että Mercedes olisi parempi kuin Ford, koska se maksaa enemmän. Molemmat autot täyttää standardien mukaiset ennalta määrätyt laatuvaatimukset. Näin ollen laadullisesti autot ovat samanlaisia. Joka tapauksessa hintaeron teettää suunnittelun periaatteet ja tavalliset laatuvaatimukset, eli oman brändin vaatimukset. Mercedes-Benz voi olla esimerkiksi lisävarusteita perusmallissa enemmän kuin vastaavassa Ford autossa, mikä teettää hintaeron autoihin. (Tricker R. 2001, 1.)

Laatuun liittyy jatkuva kehittymisen tarve. Yrityksen pitää parantaa suoritustasoaan yleisen kehityksen puitteissa. Kehittämispulsseja saadaan niin yrityksen omasta laadun kehittämisestä, kuin myös ulkopuolelta. Yleisesti yritykset vierailevat messuilla tai vastaavissa tapahtumissa, saaden tietoa kilpailijoiden innovaatioista ja toiminnasta. Tällöin laadulle asetetaan uusia vaatimuksia, minkälainen esimerkiksi tuotteen pitää olla tulevaisuudessa. (Lecklin 2006, 18.)

Kun ajatellaan konepajateollisuutta Suomessa, niin lähtökohtana on usein tuotteen ja tuotannon laatu. Tuottoa tekevän yrityksen ideologia lähtee liikkeelle tyytyväisistä asiakkaista. Tuotteen tai palvelun pitää olla riittävän hyvää, jolloin se saadaan kaupaksi ja näin ollen myös laadun merkitys korostuu. Tuotteen laatutekijöitä voivat olla esimerkik-

si kestävyys, turvallisuus, käyttö- ja huoltoystävällisyys. Laatu on silloin tarpeeksi korkealla, kun asiakastyytyväisyys on hyvä ja yrityksen tuotto tehokasta. (Logistiikan maailma.)

### **3.1.1 ISO 9000**

Kansainvälisessä ISO 9000 -laatujärjestelmästandardissa on kerrottu laadunhallinta ja laadunvarmistuksen järjestelmistä. Siinä ei suoraan kerrota miten asiat pitäisi tehdä, vaan miten standardin vaatimukset otetaan huomioon. Standardisarja on ollut menestys jo vuosien ajan. Sarjan ensimmäiseen standardiin kuuluva ISO 9001 (laadunhallintajärjestelmät ja vaatimukset) julkaistiin ensimmäisen kerran vuonna 1987. Useissa eri maisissa oli käytössä erilaisia laadunhallintajärjestelmiä, eikä yhteistä omaa ja näin ollen päätettiin tehdä kansainvälinen standardisarja ISO 9000. (Suomen standardisoimisliitto.)

Vaatimusstandardia (ISO 9001) on kuluneiden vuosien aikana muutettu neljä kertaa. Vuonna 1994 standardiin tehtiin muutamia pieniä muutoksia, jolloin eri kohtia selkeytettiin. Vuonna 2000 standardi uudistettiin kokonaan. Vaatimuksia ei enää määritetty niin yksityiskohtaisesti. 2008 vuoden versiossa on vain lieviä muutoksia aiempaan. Useat standardin jäsenmaat halusivat, ettei 2000 päivityksen jälkeen tehdä mitään muutoksia, koska se oli ollut niin laaja versiomuutos. Näin ollen 2008 versiossa oli lähinnä pieniä täsmennyksiä standardiin, mitään uutta vaatimusta ei oltu tehty eikä vanhoja muutettu. Vuonna 2015 julkaistu viimeisin versio oli laaja muutos ja sitä valmistettiin useamman vuoden ajan. Keskeinen näkökulma uudistamiseen oli yritysten yhä nopeammin muuttuva toimintaympäristö. 2015 versioon yrityksillä oli kolmen vuoden siirtymäaika standardin julkaisusta uuden standardin käyttöönottoon. (Suomen standardisoimisliitto; ISO 9001 uudistus.)

### **3.1.2 Laadunhallinta**

ISO 9000 –standardin laatujärjestelmässä määritellään yrityksen toimintatavat, joilla organisaatio pääsee haluttujen tulosten saavuttamiseen. Järjestelmän tarkoituksena on ylläpitää tuotettavien palveluiden laatua ja vastata asiakkaan odotuksia. Laatujärjestel-

mä tähtää pysyvään laadun kehittämiseen, jolloin koko toimintaa tarkastellaan jatkuvasti. (SFS-online.)

Yrityksillä on ISO 9000- standardin edellyttämä laatukäsikirja. Siinä on kerrottu laadunhallintajärjestelmän soveltamisala, menettelyohjeet ja kuvaus tuotteiden välisistä vuorovaikutuksista. Laatukäsikirja auttaa ymmärtämään yrityksen toimintaa kokonaisuutena. Standardi vaatii yritykseltä dokumentointia, laadunhallintajärjestelmän ylläpitoa ja laatukäsikirjaa sen osana. Onko laatu järjestelmästä sitten hyötyä yritykselle? Järjestelmästä voi nopeasti tulla todella pikkutarkka ja massiivinen, jolloin pääidea unohuu. Tämä voi johtaa muun muassa henkilöstön turhautumiseen. Mikäli järjestelmä rakennetaan hyväksi, eheäksi kokonaisuudeksi, helpottaa se toiminnan johtamista ja suunnittelua. (Lecklin 2006, 31-32.)

### **3.1.3 Laatu Lännen Tractors Oy:ssä**

Nykyään yrityksiltä vaaditaan erilaisia vaatimuksia liittyen, niin laatuun, ympäristöasioihin kuin myös tuotteen valmistukseen. Lännen Tractors Oy:lla on käytössä laadunhallintajärjestelmä, jossa on standardit ISO 9001:2008 ja ISO 14001:2004. ISO 9001 liittyy laatu järjestelmään ja ISO 14001 ympäristöjohtamiseen. Sertifikaatin on myöntänyt Lloyd's Register Quality Assurance. (Lännen Tractors sertifikaatit).

## **3.2 Lean tuotanto**

Lean on länsimaissa kehitetty johtamisfilosofia, joka on lähtöisin Toyota-konsernista. Toyota sai kansainvälistä huomiota ensimmäisen kerran 1980-luvulla, kun kävi ilmi, että japanilaiseen laatuun liittyy jotain erityistä. Japanilaisten autot kestivät paremmin kuin amerikkalaisten. Kyseessä ei ollut suorituskky tai muotoiluseikat, vaan enemmänkin tapa valmistaa ja suunnitella autoja nopeammin. Lisäksi vielä kilpailukykyisellä hinnalla, jolloin työntekijöiden palkat olivat suhteellisen korkeita. Suurta ihmetystä herätti myös se, että joka kerta kun Toyota osoitti selvää haavoittuvaisuutta kilpailussa, nousi se ihmeen kaupalla takaisin kuvioihin yhä vahvempana. (Liker J.K, 2006, 6.)

Toyotan Lean-tuotanto käynnisti teollisuudessa ja palvelualoilla globaalin vallankumouksen. Sitä on kehitetty Toyotan konsernissa useiden vuosikymmenten ajan. Monet pitävät tätä kehityksen seuraavana vaiheena massatuotannon jälkeen. Lännen Tractors on tuotantolinjan layout muutosten kautta menossa kohti Lean tuotantoa. Testauksen näkökulmasta on tärkeää, että uusi tuotantolinja toimii parhaalla mahdollisella tavalla, jolloin traktorikaivuri saadaan tarkastukseen valmiina, eikä siinä ole materiaali puutteita tai vikoja. Aiemmin, kun kone on valmistunut kokoonpanosta, siinä on voinut olla joitakin puutteita, mikä on usein viivästyttänyt tarkastuksen aloittamista, kun on tarvinnut odotella komponenttia tai sähkömiestä korjaamaan vikaa.

### 3.2.1 Yleisesti

Lean on asiakaslähtöinen johtamisfilosofia, jossa laatujohtamisen periaatteita sovelletaan tuottamiseen. Tavoitteena on poistaa seitsemän erilaista hukkaa, minkä kautta yrittään parantaa asiakastyytyväisyyttä, laatua, pienentää tuotannon kustannuksia ja perimmäisenä tarkoituksena nopeuttaa läpimenoaikoja. Nämä niin sanotut turhuudet ovat luonteeltaan sellaisia, etteivät ne tuo lisäarvoa tuotteeseen.

7 hukkaa lean-ajattelussa ovat:

- Virheet
- Varastot
- Ylikäsittely
- Odotus
- Liike
- Kuljetus
- Ylituotanto

Virheet aiheuttavat yritykselle taloudellista haittaa. Silloin joudutaan esimerkiksi korjaamaan tuotteita tai vaihtamaan osaa. Varastojen pitäisi olla suhteellisen pieniä, jotta ne sisältäisivät vain tarpeellisia, eikä esimerkiksi keskeneräisiä tai viallisia tuotteita. Kolmantena kohtana on ylikäsittely, jossa tehdään arvoa lisäävää työtä, joka ei kuitenkaan lisää tuotteen arvoa asiakkaan näkökulmasta. Odotuksella tarkoitetaan työntekijöiden toimetonta aikaa, kun esimerkiksi materiaaleja odotellaan turhaan. Viimeiset kolme hukkaa ovat liike, kuljetus ja ylituotanto. Pyritään minimoimaan turhaa liikehdintää, joka ei lisää tuotteen arvoa esimerkiksi tavaroiden etsiminen varastosta. Kuljetuksen

hukalla tarkoitetaan sitä, ettei turhaan siirrellä materiaaleja prosessista toiseen tai varastoon. Viimeisenä kohtana on ylituotanto, jonka ideana on se, että yritys valmistaa enemmän tuotteita kuin asiakas tarvitsee sillä hetkellä. Leaniin on vuosien saatossa kehittynyt useita erilaisia työkaluja, joilla hukkaa voidaan huomioida ja pienentää. Työkaluja on muun muassa 5s, VSM, imuohjaus, Poka-Yoke ja Kanban. (Yleistä Leanista.)

Ideaalitulanteessa tuotantolinjalla pyritään virtauksen maksimointiin ja hukan poistamiseen. Tällöin esimerkiksi kokoonpanotyöntekijä tekee vain ja ainoastaan työtään eikä hänen tarvitse kuluttaa aikaa turhuuteen, kuten tavaroiden tai varastojen siirtelyyn, joka on varastomiehen tehtävänä. Pyritään tekemään oikeita asioita, oikea määrä, oikean laatuksena ja vielä oikeaan paikkaan. Sen sijaan, että keskitytään tiettyihin asioihin, pyritään koko konseptin optimointiin. Lean-toiminta on kevyttä ja nuukaa. Se käyttää kaikkea vähemmän ja tehokkaammin kuin massatuotanto. Leanissa keskeneräistä tuotantoa ja valmiita varastoja pudotetaan minimiin. Tämän kautta virheet laskevat verrattuna perinteiseen tuotantoon. Massatuotannossa tuotteita valmistetaan paljon varastoon. Laatu on hyvällä tasolla ja varastojen laajuus usein peittää virtauksen ongelmia. Leanin tarkoitus ei ole karsia työntekijöiden määrää, koska osaava henkilökunta on yrityksen tie menestykseen. (Ikonen, P. 2010,12 ;Yleistä Leanista.)

### 3.3 Testauksen ohjeistus

Testausohjeiden pääajatus on opastaa käyttäjä tekemään tietty toiminto oikealla tavalla. Lännen Tractors:in tapauksessa lopputestauksen tekijä varmistaa, että traktorikaivuri on laadullisesti kunnossa asiakasta varten. Kun testausprosessi käydään huolellisesti läpi, ei kaivurissa ole vikoja tai puutteita, jolloin se on laadullisesti luovutuskunnossa asiakkaalle. Havaitut viat on paljon helpompi korjata heti tehtaalla, kuin jos kaivuri ehtisi menemään loppukäyttäjälle. Vian korjaaminen myöhemmin on kallista ja yrityksen imago kärsii.

Ohjeiden avulla testaajalla on johdonmukainen runko, jonka pohjalta edetä ja tehdä lopputestaaminen. Tarkastuksen tekeminen on johdonmukaista, kun siinä on selkeä ohjeistus. Ohjeistuksella pyritään tehostamaan työskentelyä, jolla on suora vaikutus esimerkiksi läpimenoajan lyhentämiseen. Kun testausproseduuri on selkeä kokonaisuus testaa-

jille, ei tapahdu päällekkäistä työskentelyä, vaan tehdään oikeita asioita eri työvaiheissa. (Saartila J. 2012, 6.)

Ohjeita on olemassa monenlaisia, riippuen siitä mihin käyttötarkoitukseen ne on tehty. Sisältö voi opastaa käyttäjää muun muassa käyttämään, huoltamaan tai korjaamaan jotakin konetta tai laitetta. Käyttöohjeet ovat yksinkertaisimpia ohjeita, niissä nimensä mukaan opastetaan käyttämään ohjeen esittelemää tuotetta tai palvelua. Sisältö koostuu yleensä toimintojen kuvauksista ja opastamisesta käyttöön. Huolto-ohjeet ovat käyttöohjeita laajempia. Niiden avulla pystytään huoltamaan ohjeessa esitetyt asiat. Huolto-ohjeita yksityiskohtaisempia ovat korjaus-ohjeet, joiden avulla voidaan korjata laitetta. Rakennusohjeet ovat hyvin syvällistä ohjekirjallisuutta, jotka kertovat miten ohjeen käsittelemän laitteen voi rakentaa. (Saartila J. 2012, 6.)

Tämän opinnäytetyön pääajatuksena on kehittää testausohjetta. Ohjeiden jaottelun perusteella voidaan ajatella, että testausohje on hyvin lähellä käyttöohjetta. Tarkoituksena on kertoa selkeästi kokonaisuuksina, mitä vaiheita testaaja käy lävitse koekaivuuprosessin aikana. Mikäli testauksessa sattuu tapahtumaan jokin keskeytys, esimerkiksi sairaustapaus tai vastaava, niin toinen testaaja pystyisi jouhevasti jatkamaan testausta siitä mihin se on keskeytynyt.

Saartilan mukaan (2012, 8) hyvä testausohje perustuu seuraaviin ominaisuuksiin:

- Loogisuus
- Selkeys
- Tarkkuus
- Käytettävyys
- Yhdenmukaisuus

Loogisessa testausohjeessa käsitelty asia etenee hallitusti ja määrätietoisesti eikä testauksen kulkuun tarvitse kiinnittää erityistä huomiota. Tarkastajan kannalta parasta olisi, kun ohje ei sisältäisi ylimääräistä, vain tarvittavat tiedot testauksen tekemiseen. Mikäli ohjeeseen jää virheitä tai puutteita, on lukijan työlästä seurata ohjetta. Selkeys helpottaa testattavan kohteen ymmärtämistä. Järjestelmät työkoneissa ovat nykyään yhä monimutkaisempia, jolloin ohjeen selkeyteen pitää panostaa. On tärkeää, että testauksen henkilö tietää, mitä pitää tehdä kussakin työvaiheessa. Näin ollen vältetään turhia viivytyksiä tai virheitä läpimenoajan ja tuotannon kannalta. (Saartila J. 2012, 8.)

Yhtenä ominaisuutena Saartila (2012,8) on listannut tarkkuuden. Sillä tarkoitetaan, että ohjeessa on kaikki tarvittavat tiedot, jotta testaus saadaan tehtyä. Ohjeessa ei saa olla mitään ylimääräistä asiaa, mikä heikentäisi sen tarkkuutta eli niin sanottua turhaa tietoa. Käytettävyyden kriteeri on yksi keskeisimmistä mittareista ohjeistuksessa. Ilman käytettävyyttä ohjeesta ei ole mitään apua testauksen suorittamisesta. Heti alusta lähtien ohje pitää suunnitella siten, että siitä on oikeasti hyötyä testaajalle. Sen pitää sisältää kattavasti kaikkia mainittuja ominaisuuksia. (Saartila J. 2012, 8.)

Kun lähdetään suunnittelemaan testausohjetta jollekin tuotteelle, pitää tiedostaa testauksen lähtötilanne. Kenelle testausohje tehdään ja mitä kaikkea sen pitää sisältää. Yhdenmukaisuus on ohjeistuksessa tärkeää. (Saartila J. 2012, 8.) Testattavista kohteista on paljon helpompi keskustella, kun terminologia on yhdenmukainen. Esimerkiksi erilaiset viat on hyvä listata samoilla nimikkeillä mekaanisiin, sähköisiin, hydraulisiin ja huolimattomuus kategorioihin. Silloin ne pystytään kirjoittamaan ylös virheseurantaa varten, jolloin voidaan kehittää virheiden minimointiin liittyviä toimenpiteitä.

## **4 TESTAUKSEN KEHITTÄMINEN**

### **4.1 Testausprosessin merkitys**

Konepajateollisuudessa tehdyn tuotteen testaus on eittämättä yksi valmistusprosessin tärkeimmistä vaiheista koko tuotantoketjussa. Se antaa käsityksen tehtaan ja tuotteen laadun todentamisesta. Tarkoituksena on ennen kaikkea asiakkaiden vaatimusten täyttämistä. Näin ollen laadusta ei voi tinkiä missään kohtaan, sillä se on verrannollinen yrityksen imagoon. Asiakkaalla on aina ennakko-odotuksia ostaessaan tuotteita, joten sen pitää olla toimintakuntoinen kokonaisuus. Virheiden korjaaminen jälkeenpäin on yleensä hidasta ja kustannuksiltaan kalliimpaa kuin työn tekeminen kerralla kuntoon. Usein myös jälkikäteen tehtävät korjaukset vievät työresursseja. Vikojen ilmentyessä pitää tuotetta koko ajan kehittää esimerkiksi paremmilla komponenteilla, jotta viat olisivat mahdollisimman minimaalisia.

### **4.2 Aloitus ja Lännen monitoimikoneen rakenne**

Opinnäytetyöprosessi aloitettiin tutustumalla Lännen traktorikaivuriin (KUVA 1.) käytännössä kokoonpanolinjan eri työvaiheissa. Perehtymällä rakenteeseen ja valmistukseen pystyttiin kattavasti saamaan kokonaiskuva koneesta. Lännen koneen kokoonpanolinjaan kuuluu useita eri työpisteitä, muun muassa etu- ja takarungon, ohjaamon ja kaivuulaitteen kokoonpanot. Kun työpisteistä saadaan kokoonpanot valmiiksi, yhdistetään ne pääkokoonpanossa lopulliseksi traktorikaivuriksi.

Hyvin oleellisena pidettiin, sitä että oltiin henkilökohtaisesti mukana mahdollisimman paljon ja osallistuttiin asentajan työtehtäviin kokoonpanossa. Käytännön pohjalta oppii nopeasti, kun näkee ja kokee, miten jokin työvaihe tehdään. Koneen rakenteeseen tutustuessa haastateltiin kokoonpanijoita, jotka kertoivat eri komponenteista, mitä mikäkin on ja niiden tarkoituksesta koneessa. Opinnäytetyön tekijälle Lännen tuotteet olivat aiemmin nimeltä tuttuja erilaisista konenäyttelyistä. Varsinaista käyttökokemusta koneesta ei ollut, mutta sen sijaan vastaavanlaisista traktorikaivureista oli. Päätoiminnot olivat melko samanlaisia niin kuormaajan kuin kaivulaitteen osalta. Lähtökohdat työhön olivatkin mielenkiintoiset, sillä kyseessä oli uusi kone ja työympäristö.



Lännen koneen tilaus-toimitus ketjun kulku on yksinkertaisuudessaan kaaviossa 1. Kaikki lähtee liikkeelle asiakkaan tilauksesta. Asiakkaan kanssa sovitaan, siitä mitä kaikkea tuotteeseen kuuluu eli tuoterakenne. Tilauksesta teetetään työmääräimet kokoonpanovaiheiden työpisteiseen, joiden pohjalta tapahtuu varsinainen kokoonpano. Koneen valmistuksen jälkeen on testausvaihe, jossa kone tarkastetaan ja koekäytetään. Tarkastuksen jälkeen osa monitoimikoneen komponenteista maalataan, minkä jälkeen se viedään viimeistelypisteelle. Siellä koneeseen asennetaan viimeiset komponentit ja varmistetaan asiakaslaatu. Viimeistelyvaiheen jälkeen kone on luovutuskunnossa asiakkaalle. Vastaavanlaista tuotteen tilaus-toimitusprosessia on muuallakin teollisuudessa käytössä. Yrityksillä saattaa olla kuitenkin olla vaihtelevuutta, miten prosessi toimii ja mitkä vaiheet siihen kuuluvat.



KAAVIO 1. Kiteytetty Lännen monitoimikoneen tilaus-toimitusprosessin kulku.

Loimaan Lännen tehtaalla on alkutuotantoa, pintakäsittelyä ja kokoonpanoa. Rungot hitsataan ja koneistetaan Lännen toimesta. Sen jälkeen ne raepuhalletaan ja maalataan, jonka jälkeen tapahtuu varsinainen kokoonpano. Nykyään konepajateollisuudessa, kuten myös Lännellä, teetetään runsaasti kokoonpanon osia alihankintana. Alihankinta on yritysten välistä yhteistoimintaa, jossa yritys ostaa alihankkijalta tuotantoon liittyviä tuotteita tai palveluita kuten konepajateollisuudessa laserleikkeet. Tällöin yrityksen ei tarvitse tehdä kaikkia kokoonpano-osia itse, vaan on edullisempaa teettää alihankintana.

Aikaisempi työskentely traktoreiden ja työkoneiden parissa antoi hyvää pohjaa Lännen kaivureiden tutustumiseen. Tekniikka on ollut hyvin mekaanista, mutta perusteet ovat pysyneet samana kuten moottorin ja hydraulikan toimintaperiaatteet. Koneet ovat kehittyneet huimaa vauhtia viime vuosikymmenien varrella. Sähköiset osat ovat koko ajan

syrjäyttäneet mekaanisia komponentteja, esimerkiksi hydraulikassa ennen ohjattiin mekaanisilla vivuilla, tankojen välityksellä, kun nykyään ohjaukset tapahtuvat edelleen vivuilla mutta sähköisesti solenoidiventtiilien välityksellä. Vastaavasti sähköisiä ohjausyksiköitä, antureita ja päätelaitteita on ilmestynyt työkonien ohjaamoihin. Anturit mittaavat jatkuvasti jotakin toimenpidettä koneessa, esimerkiksi paineita tai lämpötiloja. Sähkön avulla on saatu koneet käyttömukavammaksi, kun käyttöliikkeet ovat nopeampia ja tarkempia. Lisäksi on olemassa kuljettajakohtaisesti erilaisia parametri säätöjä, joilla pystytään mukauttamaan esimerkiksi toimilaitteiden liikkeet sellaisiksi kuin halutaan.

### 4.3 Tutkimusmenetelmät

Yleisesti opinnäytetyön runko-osan käsittely on joko kehittämis- tai tutkimustyyppistä työtä. Tässä lopputyössä käytettiin tutkimustyyppistä ja sen kvalitatiivista eli laadullista tutkimusmenetelmää, jossa pyrittiin ymmärtämään tutkittavaa ilmiötä. Siihen sisältyi työntekijöiden haastatteluja, yleistä havainnointia ja materiaaleihin pohjautuvia tietoja. (Opinnäytetyön raportointiohje, 2013) Lopputarkastuksessa haastateltiin paljon tarkastajaa, koska testauksesta ei ollut mitään aiempaa ohjeistusta tai tietoa, sen kulusta. Ainoa materiaalin perusta oli koekaivuupöytäkirja. Tämän takia korostui, oma aktiivinen osallistuminen tarkastusprosessiin. Laadullinen tutkimus on ollut enemmänkin tiedonhankintaan liittyvää tutkimusmenetelmää.

Työn varsinainen toteutus oli pääasiassa kehittämistyyppistä tutkimusta. Toisin sanoen pyrittiin kehittämään käytännön toimintaa muun muassa ohjeistuksella. Kun tarkastuksen tietoperustasta saatiin käsitys, alettiin pohtia lopputestauksen kehittämistä. Tutkimuskysymysten perspektiivistä kehitettiin jokaiselle lopputarkastuksen tekijälle selkeä kokonaisuus testauksen kulusta. Lisäksi pyrittiin pohtimaan, voiko joitain tarkastuksen kohteita tehdä samanaikaisesti tai simuloida ja tehtiinkö joitain asioita jo kokoonpanolinjalla eli tapahtuiko sama tarkastus useaan otteeseen. Edellä mainittuja asioita pystyttiin kehittämään, kun uusi prosessi saadaan kuvattua.

#### 4.4 Testauksen nykytilan selvittäminen

Yritykseen ja Lännen monitoimikoneen kokoonpanoprosessin tutustumisen jälkeen siirryttiin testausprosessiin. Tarkastajan kanssa tehtiin muutaman koneen lopputarkastus alusta loppuun. Mukanaolo testauksessa oli välttämätöntä, koska erillistä ohjeistusta ei ollut, vaan sen kulku oli tarkastajakohtaista. Tarkastuksessa käytettiin tarkastuspöytäkirjaa, mutta se oli melko yleismaailmallinen ulkopuolisen näkökulmasta. Siitä ei juurikaan saanut yleiskuvaa esimerkiksi mitä tarkastettavat komponentit ovat tai missä vaiheessa ne testataan.

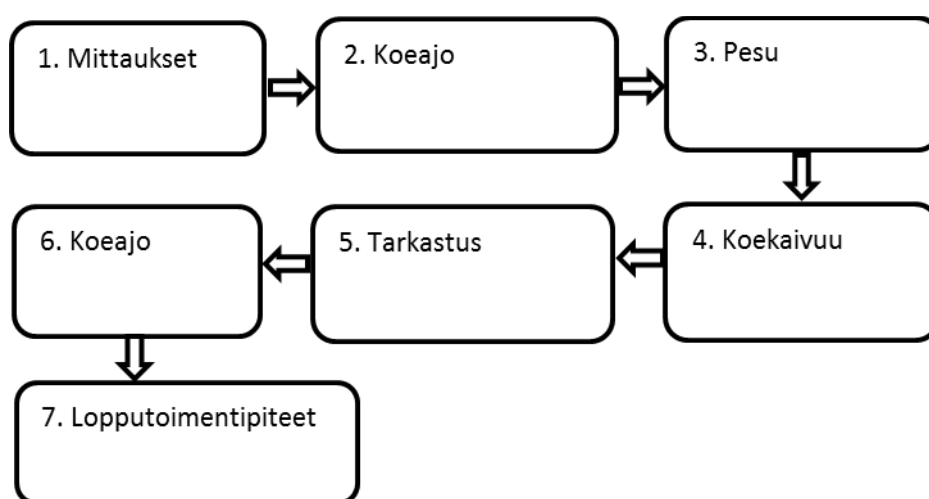
Tarkastukset tehtiin saman tarkastajan kanssa. Lopputestauksen kulku oli pitkälti rutiniinomaista ja selkeää suorittamista. Varsinaisesti mitään moitittavaa tai parannettavaa testauksen kulkuun ei ensisilmäyksellä löytynyt. Opinnäytetyöhön lähdettiin ilman kokemusta Lännen koneesta ja etenkin sen tarkastamisesta. Tämän takia tarkastuksen aikana kirjattiin paljon ylös muistiinpanoja siitä, mitä tehdään missäkin testausprosessin vaiheessa. Jatkoa ajatellen hahmoteltiin eri työvaiheita yksittäisinä kokonaisuuksina ja mitä ne pitivät sisällään. Testausprosessin kulkuun pääsi hyvin mukaan, kun sen kävi muutaman kerran läpi käytännössä. Tarkastajaa haastatteleamalla selvitettiin yleisiä käytännön asioita, kuten mitä asioita tarkastetaan ja mitä mahdollisia parannusehdotuksia on ilmennyt nykyiseen tarkastukseen.

Lännen monitoimikoneiden parissa on kolme tarkastajaa, joista pääasiassa yksi tarkastaa koneita. Muut ovat yleensä kokoonpanossa kasaamassa uusia koneita, mutta tilanteen vaatiessa tekevät tarkastuksia. Välillä tarkastuksessa saattaa olla parikin konetta yhtä aikaa, mutta yleisesti vain yksi.

Opinnäytetyön lähtökohtana oli selkeyttää tarkastuksen kulkua, jotta se olisi jokaiselle testaajalle selkeä kokonaisuus. Toisilla testaajilla voi olla pitkiäkin taukoja, ennen kuin tekevät lopputestauksen. Jos tarkastajalle tulee jokin poissaolo, niin myös muiden testaajien olisi pystyttävä jatkamaan tarkastusta siitä mihin se on keskeytynyt. Tämä vaatii selkeämpää dokumentointia tarkastusprosessista. Yleisesti testauksen pääpiirteet muistuvat mieleen pidemmänkin tauon jälkeen, mutta jotkut kohdat voivat jäädä testaamatta tai sitten on tullut uusia tarkastuskohteita.

Kun tarkastuksen kulku on selvästi dokumentoitu, niin sitä olisi muiden tarkastajien helppo seurata. Koneen läpimenoajassa ei tapahtuisi hidastuksia tai pysähdyksiä, vaan koneet valmistuisivat ajallaan. Usein voi tapahtua niin, että tarkastus aloitetaan kokonaan alusta, kun ei ole tarkkaa tietoa missä vaiheessa tarkastus on, mitä on tarkastettu ja mitä tehdä seuraavaksi.

Alla on kuvattu (KAAVIO 2.) Lännen traktorikaivurin tarkastusprosessia. Kaaviosta käy ilmi miten testausprosessi etenee alun mittauksista lopputoimenpiteisiin saakka. Se on tehty muistiinpanojen pohjalta, miten tarkastus on edennyt mittauksista aina lopputoimenpiteisiin asti. Tämän pohjan avulla päästiin kehittämään uutta dokumentointia tarkastukseen. Tarkastuksen kulku ei ole mitenkään kiveen hakattu vaan siinä on liikumavaraa. Toinen tarkastaja voi tehdä jonkin testauksen kohdan eri työvaiheessa kuin toinen, esimerkiksi sähkötestaukset, mutta pääpiirteittäin kulku noudattaa kaaviota. Tärkeää kuitenkin olisi, että kaikki tarkastettavat kohteet tarkastetaan, eikä jää epäselvyyttä siitä onko jokin tarkastettu vai ei.



KAAVIO 2. Lopputestauksen kulku.

Lopputarkastus alkaa yleensä kun kone on valmistunut kokoonpanolinjalta. Välillä voi olla materiaalipuutteita, jotka hidastavat koneen läpimenoaika linjalla tai tarkastusprosessin tekemistä. Joskus saattaa jokin kokoonpanossa ollut sähkövika jäädä korjaamatta, jolloin se kulkeutuu myös tarkastukseen. Tärkeää olisi, että tarkastus pystyttäisiin aloittamaan kun kone on valmiina, jolloin ei tarvitsisi jäädä odottamaan kun jokin kohta korjataan, mikä olisi voitu tehdä jo aiemmin kokoonpanossa. Loppujen lopuksi jokin vika

saatetaan korjata vasta lopputestauksen jälkeisessä viimeistelyssä. Tähän menee turhaa aikaa ja korjattu vika saattaa jäädä testaamatta.

Tarkastus aloitetaan (KAAVIO 2.) komponenttien säädöillä, jotkut esimerkiksi hydrauliliikkapaineet tarvitsevat muutoksia tai ne pitää muuten vaan tarkastaa. Säättöjen lisäksi on erilaisia toimilaitteiden testauksia, joissa selvitetään niiden toiminta. Seuraavassa vaiheessa kaivuria käydään koeajamassa, jolloin selviää miten kone toimii käytännön olosuhteissa. Yleisliikkeitä havainnoidaan ja kokeillaan eri hallintalaitteita. Moottori ajetaan lämpimäksi ja huomataan mahdolliset poikkeamat koneen käytössä. Lännen monitoimikone koostuu runsaasta määrästä hydrauliliikkakomponentteja eli letkuista ja liittimistä sekä lukuisista sähköosista, mitkä ovat usein niitä jotka aiheuttavat vikoja. Koeajon jälkeen tehdään paineiden lopullinen säätö. Seuraavaksi kone pestään, jolloin siitä saadaan asennuksen aikaiset rasvat tms. putsattua. Koekaivuussa kokeillaan monitoimikoneen käyttöä kuin sitä käytettäisiin oikeasti asiakkaan näkökulmasta eli kaivetaan ja ajetaan. Koekaivuun jälkeen koneelle tehdään varsinainen tarkastus, jossa se tarkastetaan kokonaan muun muassa hydrauliliittimet ja pulttiliitokset. Sen jälkeen ulkona käydään vielä testaamassa ja havainnoimassa jos aiemmin tarkastuksessa korjatut viat ilmenevät uudelleen. Viimeisessä vaiheessa tehdään lopputoimenpiteet, jolloin kone tarkastetaan vielä yleisesti läpi.

#### **4.4.1 Koekaivuun virheseuranta**

Lopputarkastuksessa on ollut käytössä erillinen tarkastuspöytäkirja, joka kulkee koneen mukana testauksesta aina viimeistelyyn saakka. Kaavakkeeseen kirjataan tarkastuksessa havaitut viat. Poikkeamista pystytään kirjaamaan tietoa ylös esimerkiksi Exceliin ja sillä tarkkailemaan laadunvarmistusta ja miten sitä voisi kehittää parempaan suuntaan. Tietyn väliajoin käydään kokoonpanossa olevien asentajien kanssa keskustelua tarkastusprosessissa havaituista vioista ja miten niitä pystyisi minimoimaan. Lopputarkastuksen suorittamista auttaisi myös se, jos virhemääriä saataisiin vähennettyä, eikä konetta tarvitsisi aina niin yksityiskohtaisesti tarkastaa.

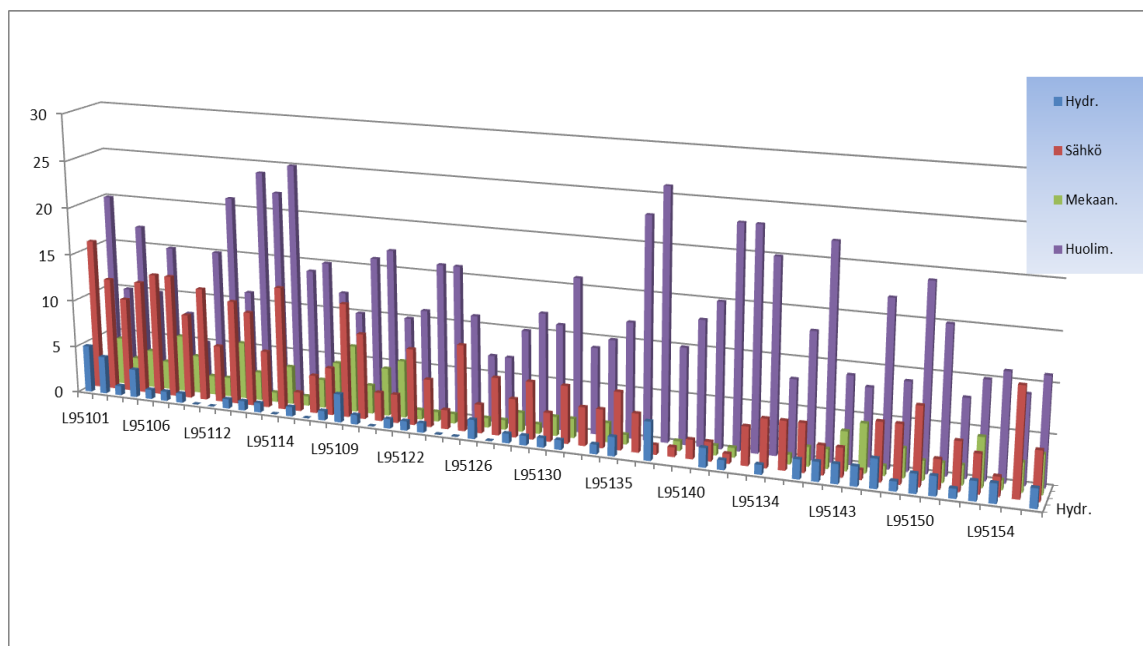
Alle on esitetty (KUVAAJA 1.) Lännen suuremman monitoimikoneen 8800i mallin virheseurannan kuvaaja. Virheet on jaoteltu hydraulisiin, mekaanisiin, sähköisiin ja huolimattomuus kategorioihin. Kuvaajasta näkee, että viimeisimpien koneiden keski-

määräinen virhekertymä on ollut noin 20 virhettä, eli hieman laskenut edellisistä. Pahimmillaan virheitä on ollut yli 40 eli puolet enemmän viimeisimmistä. Kokonaisuudessa tarkastuksen virhemäärät ovat olleet hyvin vaihtelevia. Selkeää trendiä siitä mihin suuntaan kuvaaja kehittyä on vaikea arvioida.

Suurin osa kirjatuista virheistä kategorioittain ja kokonaisvaltaisesti menee huolimattomuuden osioon. Kokoonpanotyöntekijällä on voinut jäädä jokin liitos löysälle tai kokonaan irti, mikä sitten huomataan tarkastusvaiheessa. Usein kun konetta käytetään niin jotkut hydraulikkaliitokset voivat alkaa vuotamaan paineiden tarkastuksen aikana, vaikka ne olisikin kiristetty riittävästi kokoonpanovaiheessa. Moottorin käydessä öljy lämpiää ja notkistuu, jolloin liittimet hakevat paikkaansa. Tämän takia liitokset voivat löystyä ja alkaa vuotamaan. On siis hankala rajata onko virheen syynä huolimattomuus vai rutiinivirhe, joka toistuu aina.

Tarkastuksessa ilmenee sähkövikoja jonkun verran ja usein ne johtuvat sähköliittimien virheellisyydestä. Sähköjohtosarjat tulevat tällä hetkellä alihankintana, eikä niiden toimintaa erikseen testata. Tämän takia johtojen liittimien pinnit voivat olla väärin kytketty. Mekaanisia vikoja on jonkin verran. Niiden piiriin lukeutuu komponenttien viat, esimerkiksi moottorin, akselien tai vastaavien viat. Samalla tavalla on hydraulikka eriteltynä, missä on mekaanisten vikojen tapaan listattu hydraulikkakomponenttien virheet. Osista johtuvia vikoja voi tulla silloin kun suunnitellaan jotain uutta ja kokeillaan erilaisia komponentteja.

Koekaivuun virheseurantaa hallinnoi tällä hetkellä yksi henkilö. On siis hyvin vaikea kategorioida mitkä virheet kuuluvat mihinkin. Kirjattu virhe saattaa toisen henkilön mielestä olla toiseen osioon kuuluva. Esimerkiksi jokin sähkövika voi olla huolimattomuutta tai sitten komponentti vika. Jos havaittu vika on vielä kirjattu koekaivuupöytäkirjaan summittaisesti, niin siitä voi saada monta eri käsitystä minkälainen vika on kyseessä. Joka tapauksessa kuvaajasta saanee jonkinlaisen käsityksen miten virheitä muodostuu yleensä ottaen.



KUVAAJA 1. Lännen 8800i mallin koekaivuun virheseuranta.

#### 4.4.2 Tarkastuspöytäkirja

Lännen Tractorsilla on ollut käytössä sekä 8800 että 8600 mallisarjoihin omat koekai-vuupöytäkirjat. Eroina on lähinnä eri hydraulikkapumpuista johtuvat paineensäädöt. Dokumentissa (Liite 1.) on pääasiassa hydraulikkapaine- sekä nestemäärien tarkastuk-seen liittyvät kohdat. Paineissa on kerrottu ohjearvot, jonka perusteella ne säädetään ja kirjataan tarkastetuksi. Sähkökytkimien puuttuminen koekaivuupöytäkirjasta pisti en-simmäisenä silmään, kun tarkastusta käytiin läpi tarkastajan kanssa. Tarkastuksessa kytkimet kyllä testataan, mutta tarkastajalla voi unohtua, että tuliko kaikki kytkimet loppujen lopuksi tarkastettua.

Pöytäkirjan toiseen osioon on kirjattu toiminnoissa havaitut viat ja niiden korjaukset. Eri kokoonpanovaiheiden kesken on jaoteltu sarakkeet, joihin kirjataan tarkastuksessa ilmenneitä huomioita. Myöhemmässä vaiheessa viat jaotellaan eri kokonaisuuksiin ja niistä saadaan kirjattua virheseurantaa (KUVAAJA 1.).

Pöytäkirjasta ei välttämättä saa käsitystä missä kohtaa testaus on menossa. Usein toinen tarkastaja joutuu aloittamaan lopputestauksen kokonaan alusta, mikäli tarkastus on jos-tain syystä keskeytynyt. Mikäli testauksen kulkua olisi edes jonkin verran avattu, niin sitä olisi paljon vaivattomampi jatkaa.

#### 4.5 Uuden ohjeistuksen luominen

Kun tarkastusprosessi oli tehty muutaman kerran tarkastajan kanssa, alettiin kirjata ylös sen hetkistä testauksen kulkua (KAAVIO 2.). Lännen monitoimikoneita on monilla erilaisilla variaatioilla. Perusmalleja on kaksi, mutta niitä voi tilata hyvinkin räätälöidysti. Asiakas pystyy vaikuttamaan ostaessaan muun muassa kaivuulaitteen ”rannenivelen” tai ohjaamossa olevien hallintalaitteiden kahvojen valintaan. Koneen perustarkastus on hyvin samankaltainen. 8800 ja 8600 mallin lopputarkastuksen eroina on lähinnä, mitä paineita säädetään. Erilaiset lisävarusteet lisäävät tarkastettavien kohteiden määrää.

Käytyjen tarkastusten pohjalta listattiin taulukkomaisesti eri tarkastusvaiheet ja mitä jokaiseen kohtaan sisältyi. Tarkastuksen juoksutusta käytiin läpi palaverin muodossa tarkastajien kanssa. Tapaamisessa nousi esille, että tarkastuksen kulku on ollut hyvin yhtenäinen jokaisella tarkastajalla. Palautteiden perusteella tarkastuksen juoksutusta korjailtiin yhtenäiseksi. Keskusteluissa huomattiin, että esimerkiksi akseleiden öljynmäärän tarkistus tehdään jo linjalla, joten päällekkäistä tekemistä on tapahtunut tarkastuksessa. Uudessa dokumentissa siihen tullaan kiinnittämään huomiota, ettei samat prosessit toistuisi. Myös vaiheiden aikamääreitä pohdittiin, kuinka kauan menee kuhunkin kohtaan ja ja mikä olisi tarpeellinen aika esimerkiksi koeajoon ja -kaivuuseen. Jokainen tarkastusprosessi on erilainen kokonaisuus. Optimitalanteessa koneessa ei ilmene vikoja ja tarkastus etenee hyvinkin läpimenoajan mukaisesti. Välillä kuitenkin voi olla tilanteita, että tulee uusia vikoja ja saattaa vierähtää päiväkin ylimääräistä, kun jotain vikaa etsitään ja korjataan.

Tarkastajien kanssa käydyn keskustelun lisäksi otettiin myös tuotekehityksen näkökulma mukaan. Erityisesti pohdittiin yrityksen tarpeita tarkastuksen kehittämiseen. Onko esimerkiksi tehtävät vaiheet riittäviä asiakaslaadun varmistamiseen tai pitäisikö joitain tarkastuskohteita ottaa mukaan prosessiin. Tehdäänkö kenties joitakin töitä tuplana kokoonpanon lisäksi. Voidaanko tarkastukseen kehittää anturointiteknologiaa tai voidaan-ko jotain vaihetta simuloida. Menetelmäkehitystyötä voisi mahdollisesti kehittää, mutta mikä on lopullinen hyöty suhteessa kustannuksiin esimerkiksi joidenkin toimitilojen teettäminen kaivuulaitteen simulointia varten. Samalla kun testausta pystytään kehittämään, niin läpimenoaika voi sen kautta nopeutua kenttälaita riskeraamatta.



Tarkastuksen taulukkoa jatkojalostettiin eteenpäin siinä mielessä, että se olisi virallinen, uudistettu koekaivuupöytäkirja (Liite 2). Lomake koostuu kahdesta osasta. Uutena asiana pöytäkirjan ensimmäiselle sivulle on jaoteltu eri tarkastusvaiheet. Tarkastaja tarkastaa konetta, kuittaa pöytäkirjaan kun vaihe on tarkistettu ja jatkaa seuraavaan kohtaan. Tällöin toisen tarkastajan on helppo jatkaa, mikäli tarkastus on jostain syystä keskeytynyt.

Aiemmassa koekaivuupöytäkirjassa ollut hydraulikkapaineiden säätö on selkeyden vuoksi jaoteltuna seuraavalle sivulle uudistetussa dokumentissa. Samalla tavalla myös sähkökytkimien tarkastus on kokonaan erillisenä sivuna. Pöytäkirjan päivityksessä haastetta aiheutti se, kuinka tarkasti esimerkiksi sähkötarkastus ja lisälaitteet listataan, varsinkin kun on olemassa erilaisilla varustuksilla olevia Lännen koneita. Ensimmäiseen versioon listattiin niin sanotun peruskoneen sähkökytkimet. Vanhassa pöytäkirjassa oli erikseen toiminnoissa havaittujen vikojen kirjaaminen, joka olisi tarkoitus sisällyttää myös uuteen tarkastuslomakkeeseen. Dokumentti tulee siis olemaan aika paljon laajempi, mutta myös rakennetta selkeyttävä.

#### **4.5.1 Lisättävät testaus- ja säätökohteet**

Lisättävät tarkastuskohteet liittyvät suurimpana kokonaisuutena sähkötarkastukseen. Tarkastajat ovat aiemmin tarkastaneet sähkökytkimien toiminnan, mutta täyttä varmuutta tarkastuksesta ei ole. Kytkimet on kokeiltu muistin varassa ja joskus on vasta lopuksi mietitty, että tarkistettiin jonkun napin toimintaa ollenkaan. Todettiin, että sähkötarkastus pitää saada uuteen pöytäkirjaan. Kytkimiä on lukuisia, riippuen minkälaisilla varusteilla oleva Lännen kaivuri on kyseessä. Jatkossa kytkimet käydään läpi ja kuitataan tarkastetuksi pöytäkirjaan. Silloin ei jää epätietoisuutta onko sähköt tarkistettu.

Muutamia pienempiä, mutta silti tärkeitä tarkastuksia lisättiin pöytäkirjaan. Näitä ovat muun muassa keskusvoitelun, ilmastoinnin ja polttoainelämmittimen testaaminen. Usein tarkastajat kokeilevat nämäkin, mutta varmuuden vuoksi ne listattiin pöytäkirjaan. Tarkastajien kanssa käytiin keskusteluja, mitkä olisivat hyvä kirjata ylös pöytäkirjaan tarkastetuksi.

## 4.6 Testaus tulevaisuudessa

Opinnäytetyön ajankäytön kannalta Lännen Tractors Oy:n koekaivuuprosessin kehittämisen pääpaino on ollut tarkastusprosessin kulun selkeyttämisessä. On myös hyvä ottaa huomioon mahdollisia kehittämisideoita tulevaisuutta silmällä pitäen, koska myös tarkastusprosessi tulee koko ajan kehittymään.

### 4.6.1 Simulointi

Tuotekehityksen ja tarkastajien kanssa oltiin yhtä mieltä siitä, ettei tarkastuksen kestoa juurikaan pysty lyhentämään tällä hetkellä. Paljon auttaisi, jos kone olisi valmiina kun se tulee tarkastuspisteelle. Toisin sanoen edellytykset ja virheettömyys jo kokoonpanovaiheessa olisivat riittäviä. Uuden juoksutuksen uskotaan selkeyttävän tarkastuksen rakennetta ja sen kautta myös nopeuttamaan jonkin verran tarkastusta. Tarkastukseen kuuluu optimaalitulanteessa noin 16 tuntia, riippuen koneen varustuksesta. Lopputarkastus on olennainen osa laadunvarmistuksen kulmakivistä. Jokaisen mielestä konetta pitää käyttää, niin kuin sitä oikeasti ammattilainen käyttää töissään, eli kaivaa ja ajaa. Yksi mahdollisuus olisi tiettyjen tarkastusten simulointi. Mikäli vaiheita simuloitaisiin, toteutuuko silloin laatu ja onko kone varmasti toimintakuntoinen? Simulointi voisi tapahtua esimerkiksi kaivuulaitteen yleisliikkeiden kokeilulla sisätiloissa. Silloin ei tarvitsisi mennä ulos ja pesulta voisi välttyä. Herää kysymys, riittääkö pelkkä simulointi? Useat asiakkaat haluavat, että konetta testaillaan riittävästi käytännön kaivuolosuhteissa. Tällainen niin sanottu simulointi tarvitsisi tehtaaseen omat tilat, jotta kaikkia liikkeitä pystytään tekemään ja havainnoimaan.

### 4.6.2 Anturointi

Anturiteknologia kehittyy jatkuvasti ja voisi olla yksi ratkaisu, mitä voisi käyttää tarkastuksessa. Mikäli jokin paineanturi asennettaisiin koneeseen lopputarkastuksessa, se kertoisi koekaivuun aikana tapahtuvista painesysäyksistä. Tietokoneen ohjelma voisi piirtää kuvaajan, jossa näkyy paineen vaihtelua ja siitä pystyisi keräämään informaatiota tuotekehitykseen esimerkiksi uuden komponentin tapauksessa. Samalla nähdään toimivatko komponentit oikein, tuottaako pumppu esimerkiksi painetta siten kuin pitäisi jol-

lakin kierrosnopeudella. Myöhemmin kun kone lähtee asiakkaalle ja siellä ilmenee jotakin, niin voisi aiemmin saadun tiedon perusteella verrata, että onko jo koekäytössä ollut vastaavaa ilmiötä. Koko ajan kehitetään jotain uutta ja uusia komponentteja kokeillaan, jolloin myös erilaisilla antureilla voisi saada tarvittavaa dataa esimerkiksi protokoneessa. Kaikkia poikkeavuuksia esimerkiksi painesysäyksiä ei välttämättä näe koekaivuu-prosessin aikana ja tämän takia tiedonkeruusta olisi hyötyä. Tällä hetkellä koekaivuusta on kerätty hydraulisuodattimen puhtaudesta mittaustuloksia. Niitä on myöhemmin pystytty hyödyntämään huollon ja tuotekehityksen puolella. Hydrauliikka on todella tarkka puhtaudesta sillä pienetkin likapartikkelit voivat vaikuttaa heikentävästi koneen elinikään.

#### **4.6.3 Sähköinen muoto**

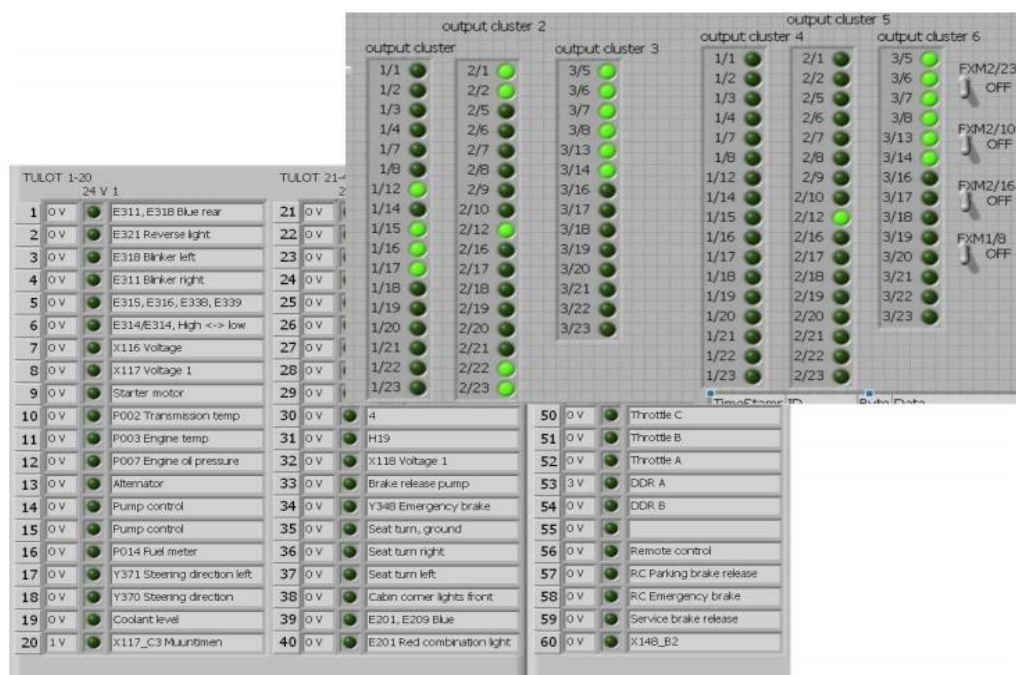
Opinnäytetyön aloituskeskusteluissa oli puhetta sähköisen muodon tekemisestä. Se kuitenkin rajattiin pois, koska se on enemmän tietotekniikkaan liittyvää kokonaisuutta ja jatkokehitystä tämänhetkisellemme projektille. On ollut puhetta, että tulevaisuudessa tarkastus tehtäisiin sähköiseen muotoon. Tiedot ja tarkastukset kirjattaisiin tabletille, joka kulisi koneen mukana kokoonpanosta aina viimeistelyyn saakka. Luultavasti tärkeintä olisi se, että jälkimarkkinointi pystyisi sitä hyödyntämään. On vaikea arvioida, kannattaako esimerkiksi koko koekaivuu-prosessia kirjata sähköiseen muotoon. Tällä hetkellä virheiden kirjaus on ollut kirjalliselle lomakkeelle. Jos virheitä kirjattaisiin sähköiselle lomakkeelle, jossa on alaveto mallisia valikkoja, niin siihen tulisi todella monta kohtaa, koska virheitä on useita erilaisia. Toisaalta silloin pystyisi helpommin listaamaan virheitä, jos ne raportoituisivat suoraan sähköisen lomakkeen pohjalta. Lisäksi tiedosto voisi sisältää hyperlinkkejä, joiden avulla tarkastajaa voidaan ohjeistaa testauksessa kuten missä jokin komponentti sijaitsee. Luultavasti vastaava aika menee siihen, kun virheet tai tarkastetut kohteet kirjataan tabletilla johonkin pöytäkirjaan, kuin nykyisen pöytäkirjan täyttöön. Tällä hetkellä sähköiseen muotoon kirjataan konekortti lopputarkastuksen ensimmäisenä vaiheena. Siinä on kaivurin kaikki keskeisien komponenttien sarjanumerot. Dokumenttia pystyy käyttämään siis muun muassa huollon takuuasioissa.

#### 4.6.4 Tarkastaminen kokoonpanovaiheessa

Kokoonpanossa on aiemmin ollut käytössä ohjaamoihin liittyvää sähkö tarkastusta. Siitä on kuitenkin luovuttu. Testerit ovat kalliita investointeja, koska johtosarjat ovat laajoja kokonaisuuksia. Lisäksi johtosarjat ovat vaihtuneet silloin tällöin, jolloin myös testeriä on jouduttu päivittämään. Joka tapauksessa tulevaisuuden kannalta sen käyttöä voidaan pohtia.

Usein kun kone valmistuu linjalta ja se otetaan lopputarkastukseen niin siinä voi olla puutteita esimerkiksi sähköissä. Ohjaamon sähkö tarkastus voitaisiin tehdä linjalla ennen kuin ohjaamo yhdistetään etu- ja takarunkoon. Asennusvaiheessa havaittujen vikojen korjaus olisi siten paljon helpompaa kuin lopputarkastuksessa. Käytössä voisi olla testipenkki, jossa on virtalähde ja sillä käytäisiin hallintalaitteet sekä sähkökytkimien simulointi. Tämän takia lopputarkastuksessa esiintyvä sähkövika on helpompi kartoittaa, kun ohjaamon sähköt olisi tarkastettu valmiiksi. Ei tarvitsisi erikseen lähteä tutkimaan onko sähkövika rungon vai ohjaamon alueella. Sähkö tarkastus olisi yksinkertainen tehdä, eikä siihen kuluisi pitkää aikaa. Lisäksi Lännen koneessa on paljon hydraulikkakomponentteja. Jos hydraulikkaa haluttaisiin tarkastaa jo linjalla, niin se vaatisi hydraulikoneikon ja aikaa, jotta öljy saadaan lämpimäksi.

Nykyään tekniikan kehittyessä, liikkuvien koneiden ohjausyksiköt koostuvat monista CAN-väylistä ja useista sadoista johdoista, jotka siirtävät sekä digitaalista että analogista tietoa. Kuusisto, Jouppila ja Ellman (2006a, 2006b, 1) ovat esittäneet liikkuvan kaluston sähkötestaukseen. Heidän ratkaisunsa pohjautuu Labview ohjelmistoon. Ohjelmisto yhdistetään tietokoneella tarkastettavan laitteen ohjausyksikköön, mikä lähettää signaaleita tarkastettavan käyttöliittymän, joiden vaikutuksia järjestelmä monitoroi. Virheelliset liitokset on nyt helppo löytää ohjelmasta, kun näkee missä signaali ei kulje. Jos jokin kytkintä käytetään koneessa esimerkiksi joystickia liikuttelemalla, niin vastaavalla tavalla tietokoneella näkyy sen toimivuus. Alla oleva kuva (KUVA 3.) kertoo käyttöliittymästä. Siinä on eritelty eri tavoilla liitokset ja LED valot kertovat mikäli signaali kulkee. Yksi suuri haaste tällaisessa ohjelmassa on sen suunnittelu. Liikkuvan kaluston kone voi koostua lukuisista erilaisista moduuleista ja tarkastajan pitäisi tietää mitä konfiguraatiota käytetään ohjelmistosta, jotta se olisi vastaava kuin käyttöliittymä.



KUVA 3. Kuvakaappaus sähkötarkastuksen käyttöliittymästä (Kuusisto ym. 2006, 5)

#### 4.6.5 Ylimaalausuksen poistaminen

Lännen monitoimikoneen tuotantoa on kehitetty koko ajan eteenpäin ja pyritty läpimenoaikaan nopeuttamaan laatua riskeeraamatta. Tulevaisuudessa tavoitteena on poistaa kokonaan ylimaalausvaihe. Ylimaalaus tehdään nykyisin lopputarkastuksen jälkeen ja siinä maalataan lähinnä kaivuulaite. Aiemmin siihen kuului myös kuormaajan maalaus, mutta siitä on jo luovuttu. Ylimaalaus poistaminen nopeuttaisi jonkun verran läpimenoaikaan, mutta vaatisi toimenpiteitä. Tuotannon laatua tulisi yhä enemmän parantaa. Kokoonpanovaiheessa asentajan pitäisi tarkemmin käsitellä osia, ettei niihin synny mitään naarmuja tai vastaavaa, mitkä vahingoittavat maalipintaa. Lopputarkastuksessa maalia irtoaa yleensä koekaivuussa etenkin, kun kaivuulaitteen tukijalkoja käytetään. Niiden alle voisi tarkastuksen ajaksi kiinnittää esimerkiksi jotkut muutaman millimetrin kuminpalat, jotka sitten suojaisi maalipintaa kaivuun aikana. Osien käsittelyn lisäksi on myös mietittävä rakenteiden korroosiosuojausta, jos ne jätettäisiin maalaamatta. Pitäisi pohtia tarvitseeko esimerkiksi asennettavissa tapeissa siirtyä eri materiaaleihin, kuten sinkitykseen, ettei metallin pinta pääsis hapettumaan ja ruostumaan. Ylimaalauksesta luopuminen ei siis ole poissuljettu tilaus-toimitus ketjusta.

## 5 POHDINTA

Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli kehittää Lännen monitoimikoneen lopputarkastusta selkeämmäksi kokonaisuudeksi. Tarkastajalla ei ollut selkeää tarkastuksen dokumentointia tarkastuksen eri vaiheista. Jos tarkastus sattui jäämään kesken, niin ei ollut tietoa mihin kohtaan tarkastus oli jäänyt ja mistä toinen voisi jatkaa. Tarkastus jouduttiin usein aloittamaan kokonaan alusta ja tämä lisää taas läpimenoaikaa. Toisena asiana piti pohtia läpimenoajan lyhentämistä, eli miten asioita ja tekemistä voisi tehostaa.

Työhön lähdettiin tutustuen käytännön tasolla kokoonpanoprosessin eri työvaiheisiin, missä kohtaa kokoonpanoa asennetaan mitäkin kaivuriin. Sen jälkeen siirryttiin tarkastusprosessiin ja sitä käytiin muutaman eri koneen kanssa läpi. Työn loppuajat menivät pitkälti uuden dokumentoinnin ratkaisujen parissa. Lukuisia haastatteluita tehtiin jo kokoonpano- ja erityisesti tarkastusvaiheessa, mikä auttoi hahmottamaan kokonaisuutta. Palavereissa sai monesta eri näkökulmasta ohjausta työhön, miten dokumentti kannattaa tehdä ja mitä kaikkea siihen olisi tärkeä sisällyttää.

Työn haasteena alussa oli saada tarpeellinen tieto koekaivuusta. Tarkastusprosessi kesti ihannetilanteessa 16 h ja siinä oli lukuisia eri vaiheita. Aiemmasta tietotasosta oli paljon hyötyä kun tarkastuksessa oli mukana, esimerkiksi kaivurin yleisestä käytöstä ja hydraulikasta. Tarkastukseen oli hyvä perehtyä kaikessa rauhassa, jolloin sai kattavan kuvan mitä kaikkea siinä käydään läpi. Toisena haasteena oli myös, mitä kaikkea loppujen lopuksi haluttiin päivitettyyn dokumenttiin. Tästä kuitenkin päästiin yhteisymmärrykseen, kun muutaman kerran kokoonnuttiin palavereissa niin tarkastajien kuin myös tuotekehitysosaston kanssa.

Opinnäytetyön lopputulemana oli uudistettu dokumentaatio Lännen peruskoneen lopputarkastuksesta (Liite 2). Molemmille koneille oli tehty erikseen omat pöytäkirjat, joissa eroina oli muutaman paineen tarkastaminen. Uudessa asiapaperissa oli paljon tietoa vanhasta koekaivuupöytäkirjasta, mutta myös lisättyä tietoa esimerkiksi sähkö tarkastuksen osio ja lisäksi eri työvaiheiden kuittaukset. Toivon mukaan positiivista vaikutusta on myös koneen läpimenoajan tehostamiseen.

Työn loppuvaiheessa uusi dokumentti otettiin käytäntöön. Alustavasti tarkastajan kanssa käydyn keskustelun pohjalta, uusi dokumentaatio vaikutti selkeältä kokonaisuudelta. Erityisesti sähkö tarkastuksen lisääminen pöytäkirjaan koettiin hyvänä asiana. Jatkossa ei jää epäselvyyttä onko jokin tietty sähkökytkin tarkastettu, kun jokainen tarkastettava kohde löytyy pöytäkirjasta. Dokumenttia pyritään jatkossa kehittämään Lännen tuotteiden päivittyessä.

Kokonaisuudessaan opinnäytetyö oli hyvin mielenkiintoinen projekti. Oli mukava päästä mukaan tutkimaan ja kehittämään sellaista mikä ei ollut aiemmin tuttua. Paljon oppi uutta matkanvarrella etenkin Lännen monitoimikoneen yleisestä rakenteesta. Opinnäytetyöpaikkaa etsiessä yritin hakea käytännönläheistä projektia, jolloin pääsisi itse olemaan mukana työtehtävissä. Tämä työ täytti sen odotukset täydellisesti. Uskon, että läsnäolo vaikutti positiivisesti myös opinnäytetyön tekemiseen. Mielestäni opinnäytetyössä päästiin hyvin tavoitteeseen. Lopputarkastuksen kulkua saatiin selkeytettyä ja luultavasti myös läpimenoaikaa parannettua laatua riskeeraamatta. Enemmän olisi voinut yrittää vielä pohtia läpimenoaikaa ja miten tarkastusta olisi voinut nopeuttaa. Kuten aiemmin jo todettiin, on kuitenkin hyvin vaikea vetää rajaa kuinka kauan tarkastukseen loppupeleissä menee. Lopputarkastuksen tekeminen tällä hetkellä oli rutiininomaista suorittamista, eikä siitä äkkiseltään kovin merkittävästi nipistettävää löytynyt. Tarkastusta on koko ajan kehitetty eteenpäin. Aikamääreitä saatiin suhteellisen hyvin ohjeistettua joka työvaiheeseen.

Kokonaiskuvassa konepajateollisuudessa haetaan jatkuvasti tehokkuutta tuotantoon, laatua vähättelemättä. Tärkeää olisi saada tuotteita valmiiksi mahdollisimman paljon, pienessä ajassa ja vähillä kustannuksilla. Opinnäytetyön loppupuolella oli pohdittu mahdollista tulevaisuuden kehittämistä lopputarkastukseen liittyen. Muutamia näkökulmia nousi esille kuten anturointi ja simulointi. Näillä kehitysaskelilla voitaisiin säästää sekä lopputarkastuksen nopeutusta kuin myös huollon ja jälkimarkkinoinnin parempaa seurantaa, kun kone on asiakkaalla ollut käytössä ja siihen tehdään joitakin korjauksia ja huoltoja.

## LÄHTEET

Ikonen, P. 2010. Lean 5S-projektin toteutus Case : Strålfors Oy. Liiketalouden koulutusohjelma. Laurea-ammattikorkeakoulu. Opinnäytetyö

J. Kuusisto, V. Jouppila, A. Ellman. Virtual testing tool for the control centre of a mobile machine. ICMA 2006, Seinäjoki, Finland. Seinäjoki Technology Centre

J. Kuusisto, V. Jouppila, A. Ellman. Configurable virtual testing tool for mobile machine control centres. Laboratory of Virtual Technology. Tampere University of Technology.

Laadunhallintajärjestelmän yleisstandardi ISO 9001 uudistui, SFS online. Luettu 13.3.2016

[http://www.sfs.fi/ajankohtaista/uutiskirjeet/uutiskirjeet\\_2015/johtamisen\\_standardit\\_23.9.2015](http://www.sfs.fi/ajankohtaista/uutiskirjeet/uutiskirjeet_2015/johtamisen_standardit_23.9.2015)

Lecklin, O. 2006. Laatu yrityksen menestystekijänä. Talentum Media Oy. 5. uudistettu painos

Liker, J K. 2006 Toyotan tapaan. Gummerus Kirjapaino Oy. 1.Painos.

Logistiikan Maailma, laatu. Luettu 10.3.2016

[http://www.logistiikanmaailma.fi/wiki/Laatu\\_yrityksiss%C3%A4](http://www.logistiikanmaailma.fi/wiki/Laatu_yrityksiss%C3%A4)

Lännen 8600i mallin esittely

<http://www.lannencenter.com/fi/tuotteet/-lannen/lannen-8600i.html>

Lännen MCE Group Yritysesittely <http://www.lannencenter.com/fi/yritys/esittely.html>

Lännen Nyt! Asiakaslehti 1/2013. Luettu 24.2.2016

[http://www.lannencenter.com/upload/asiakaslehdet/fi/2013/lannen\\_nyt\\_01\\_2013.pdf](http://www.lannencenter.com/upload/asiakaslehdet/fi/2013/lannen_nyt_01_2013.pdf)

Lännen Nyt! Asiakaslehti 1/2016 Luettu 24.2.2016

[http://www.lannencenter.com/upload/asiakaslehdet/fi/2016/lannen\\_nyt\\_01\\_2016.pdf](http://www.lannencenter.com/upload/asiakaslehdet/fi/2016/lannen_nyt_01_2016.pdf)

Lännen Tractors Oy:lle uusi omistuspohja, Konepörssi. Luettu 24.2.2016

<http://www.koneporssi.com/uutiset/lannen-tractors-oy-lle-uusi-omistuspohja/>

Lännen Tractors yrityksen sertifikaatit. Luettu 13.3.2016

<http://www.lannencenter.com/fi/yritys/sertifikaatit.html>

Merkittävä uudistus standardiin ISO 9001 tekeillä. Suomen standardisoimisliitto. Luettu 10.3.2016.

<http://www.sfs.fi/files/2203/ISO9001sfs-tiedotus1-2013.pdf>

Opinnäytetyön raportointiohje. 4.2.1 Erilaisia rakenteita. Jyväskylän ammattikorkeakoulu 2013. Luettu 15.4.2016 [http://oppimateriaalit.jamk.fi/raportointiohje/4-opinnaytetyon-osat-4-1/4-2-opinnaytetyon-runko-osa/4-3-opinnaytetyon-runko-osa\\_kokonaan/](http://oppimateriaalit.jamk.fi/raportointiohje/4-opinnaytetyon-osat-4-1/4-2-opinnaytetyon-runko-osa/4-3-opinnaytetyon-runko-osa_kokonaan/)



Saartila, J. 2012. Testausohjeiden kehittäminen. Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma. Tampereen ammattikorkeakoulu. Opinnäytetyö.

SFS-online. ISO 9000 Laadunhallintajärjestelmät perusteet ja sanasto.

Teollisuusneuvos Teuvo Syvänen (1926 – 1986), Tuomas Möttönen 30.11.2012. Biografiakeskuksen artikkeli. Luettu 1.3.2016

<http://www.kansallisbiografia.fi/talousvaikuttajat/?iid=1672>

Tricker, R. & Bruce Sherring, L. 2001. ISO 9001:2000 in Brief.

Yleistä Leanista. Mitä Lean on? Lean Six Sigma. Luettu 17.3.2016

<http://www.sixsigma.fi/fi/lean/yleinen/>

Watermaster internet sivusto.

<http://www.watermaster.fi/gallery/pictures>

**LIITTEET**

Liite 1. Alkuperäinen koekaivuupöytäkirja.

Liite 2. Uudistettu koekaivuupöytäkirja (8800 mallista)

Liite 1. Alkuperäinen koekaivuupöytäkirja.

Tämän liitteen sisältö on julistettu salaiseksi

Liite 1. Alkuperäinen koekaivuupöytäkirja.

*Tämän liitteen sisältö on julistettu salaiseksi*

Liite 2. Uudistettu koekaivuupöytäkirja (8800 mallista)

*Tämän liitteen sisältö on julistettu salaiseksi*

Liite 2. Uudistettu koekaivuupöytäkirja (8800 mallista).

*Tämän liitteen sisältö on julistettu salaiseksi*

Liite 2. Uudistettu koekaivuupöytäkirja (8800 mallista)

*Tämän liitteen sisältö on julistettu salaiseksi.*

Liite 2. Uudistettu koekaivuupöytäkirja (8800 mallista).

*Tämän liitteen sisältö on julistettu salaiseksi*



Liite 2. Uudistettu koekaivuupöytäkirja (8800 mallista).

*Tämän liitteen sisältö on julistettu salaiseksi*